

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-154737  
(P2001-154737A)

(43) 公開日 平成13年6月8日 (2001. 6. 8)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 0 5 D 3/12		G 0 5 D 3/12	X 2 F 0 6 4
G 0 1 B 9/02		G 0 1 B 9/02	H 2 F 0 6 5
11/00		11/00	5 H 3 0 3
G 0 5 D 3/00		G 0 5 D 3/00	G 5 H 5 4 0
			Q 5 H 5 8 0
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 16 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平11-338384  
(22) 出願日 平成11年11月29日 (1999. 11. 29)

(71) 出願人 000006507  
横河電機株式会社  
東京都武蔵野市中町2丁目9番32号  
(72) 発明者 橋田 茂  
東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河  
電機株式会社内

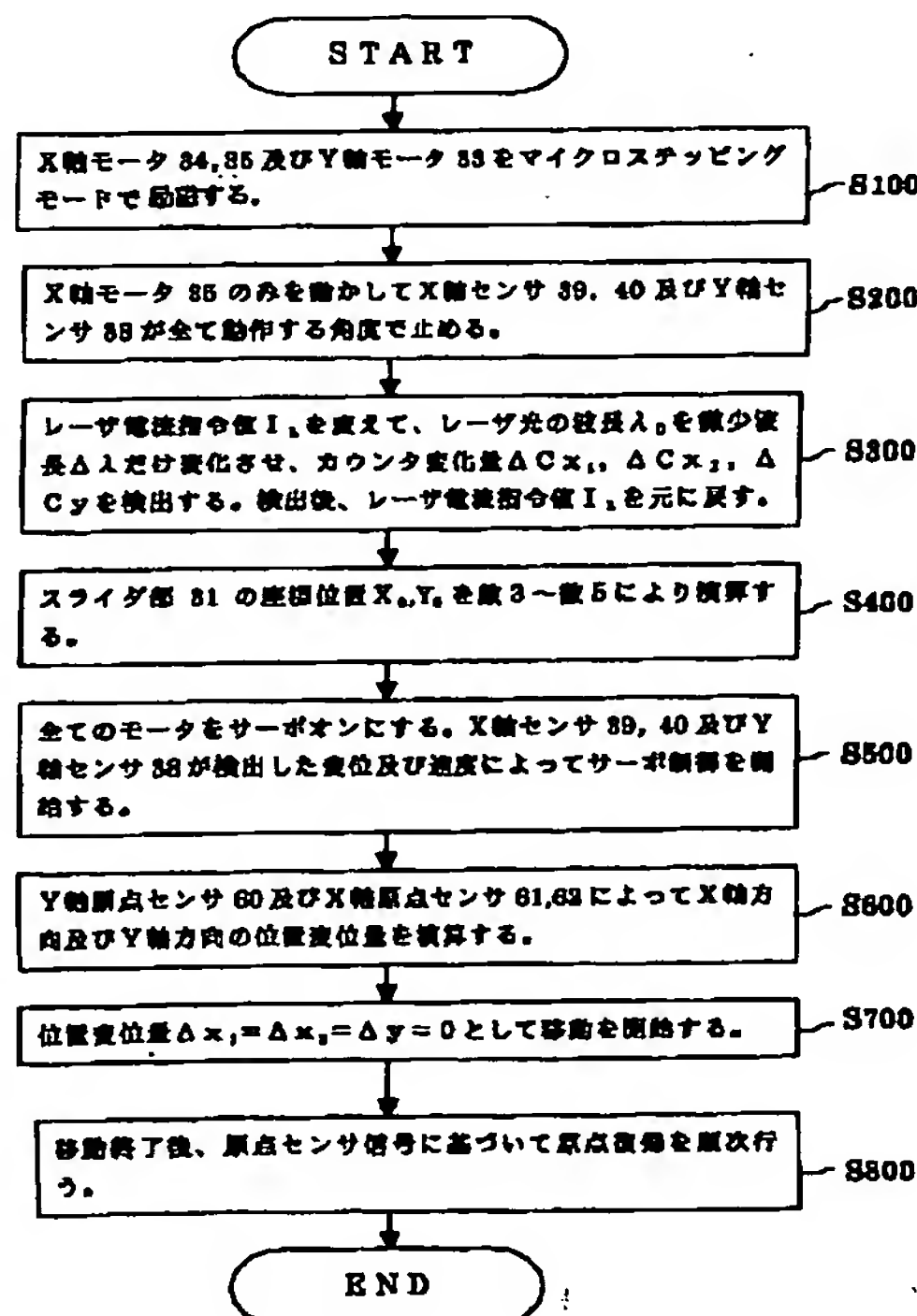
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位置決め装置とその原点復帰方法

(57) 【要約】

【課題】 装置の構造が簡単になり、移動体を原点又はその近傍に短時間で復帰させることができる位置決め装置とその原点復帰方法を提供する。

【解決手段】 S 2 0 0 において、格子プラテン上でスライダが停止する。スライダは、スライダの移動量を検出するX軸センサ及びY軸センサを備えている。S 3 0 0 において、このX軸センサ及びY軸センサのレーザ電流指令値を変えて、レーザ波長を微少波長だけ変化させ、X軸センサ及びY軸センサのカウント変化量からスライダ部の座標位置が演算される。S 5 0 0 において、スライダが再駆動して、S 6 0 0 において、X軸方向及びY軸方向の移動量が演算され、S 7 0 0 において、スライダ部 3 1 が原点近傍に短時間で復帰する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 対象物を搭載する移動体を固定体に対して移動させて、この対象物を位置決めする位置決め装置であって、

前記移動体又は前記固定体のいずれか一方から他方へ光源の光を照射し、その反射光を受光して、この移動体の移動により生ずる光の干渉からこの移動体の移動量を演算する演算手段と、

前記移動体を停止させる停止手段とを含み、

前記演算手段は、前記移動体が停止したときに、前記光源の光の波長を変化させて光を照射し、この移動体と前記固定体との間の距離を演算すること、  
を特徴とする位置決め装置。

【請求項2】 請求項1に記載の位置決め装置において、

前記演算手段が演算した距離に基づいて、前記移動体が原点又はその近傍に復帰するように、前記移動手段を制御する制御手段を備えること、  
を特徴とする位置決め装置。

【請求項3】 請求項1又は請求項2に記載の位置決め装置において、

前記固定体と前記移動体との間に気体を噴出して、この移動体を浮揚させる浮揚手段を備え、

前記移動手段は、前記固定体と前記移動体との間に磁気吸引力を発生し、この磁気吸引力によってこの移動体を移動させ、

前記停止手段は、前記磁気吸引力によって前記移動体が前記固定体に吸着して停止するように、前記浮揚手段に供給する前記気体の供給量を低下すること、を特徴とする位置決め装置。

【請求項4】 請求項1から請求項3までのいずれか1項に記載の位置決め装置において、

前記移動体を移動させる移動手段は、

前記移動体のX軸方向に形成された一定ピッチの歯と、前記固定体のX軸方向及びY軸方向に形成された一定ピッチの歯との間に磁気吸引力を発生し、この磁気吸引力によってこの移動体をX軸方向に移動させるX軸モータと、

前記移動体のY軸方向に形成された一定ピッチの歯と、前記固定体のX軸方向及びY軸方向に形成された一定ピッチの歯との間に磁気吸引力を発生し、この磁気吸引力によってこの移動体をY軸方向に移動させるY軸モータとを備え、

前記演算手段は、

X軸方向にレーザ光を照射して、この移動体のX軸方向の移動量を演算するX軸レーザ干渉計と、

Y軸方向にレーザ光を照射して、この移動体のY軸方向の移動量を演算するY軸レーザ干渉計とを備えること、  
を特徴とする位置決め装置。

【請求項5】 対象物を搭載する移動体を固定体に対し

て移動させて、この対象物を位置決めする位置決め装置の原点復帰方法であって、

前記移動体を停止させて、前記移動体又は前記固定体のいずれか一方から他方へ光源の光の波長を変化させて光を照射し、その反射光を受光して、この移動体の移動により生ずる光の干渉からこの移動体とこの固定体との距離を演算し、

前記移動体を移動させて、前記移動体又は前記固定体のいずれか一方から他方へ光を照射し、その反射光を受光して、この移動体の移動により生ずる光の干渉からこの移動体の移動量を演算し、

前記距離と前記移動量とに基づいて、この移動体を原点又はその近傍に復帰させること、  
を特徴とする位置決め装置の原点復帰方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、対象物を搭載する移動体を固定体に対して移動させて、この対象物を位置決めする位置決め装置とその原点復帰方法に関する。

【0002】

【従来の技術】図10は、従来の位置決め装置の構成図である。図10に示す位置決め装置は、位置決め対象物が載せられたスライダ131を単軸のリニアモータによって移動させて、この位置決め対象物の1次元位置を位置決めする装置である。この位置決め装置では、原点ドグスイッチ160とオーバートラベルスイッチ（OTスイッチとする）161、162とがステータ130側に取り付けられている。

【0003】スライダ131を原点復帰させるときには、位置決めコントローラ142が原点ドグスイッチ160を高速でサーチする。OTスイッチ161がスライダ131を検出したときには、OTスイッチ信号を位置決めコントローラ142に出力し、位置決めコントローラ142は、スライダ131がストッパ180に接触しないように、サーボドライバ143にスライダ131の反転を指示する。原点ドグスイッチ160がスライダ131を検出したときには、原点ドグ信号を位置決めコントローラ142に出力し、位置決めコントローラ142は、スライダ131の速度を低下させる。スライダ131が低速度でZ相信号エッジに達すると、位置決めコントローラ142は、その位置にスライダ131を停止するように、サーボドライバ143にZ相信号を出力し、スライダ131がその位置に位置決めされ原点復帰する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】図11は、比較例として示す位置決め装置の構成図である。近年、プラテン230上にスライダ231をエアによって浮揚させるとともに、このプラテン230とスライダ231との間に磁気吸引力を発生させ、この磁気吸引力によってスライダ

2 3 1 を X 軸方向及び Y 軸方向に移動させる X Y ステージが提案されている。このような X Y ステージは、図 1 1 (A) に示すように、Y 軸方向の O T スイッチ 2 6 0 と X 軸方向の O T スイッチ 2 6 1 とがスライダ 2 3 1 に取り付けられており、スライダ 2 3 1 がステージ枠 2 8 0 に接近すると、これらの O T スイッチ 2 6 0, 2 6 1 が O N 動作する。

【0 0 0 5】スライダ 2 3 1 を原点復帰させる場合には、スライダ 2 3 1 が原点 O に向けて低速で移動して、O T スイッチ 2 6 0, 2 6 1 が O N 動作したときに、スライダ 2 3 1 が停止する。これにより、原点 O の粗位置が検出される。この X Y ステージでは、図 1 0 に示す原点ドグスイッチ 1 6 0 を O T スイッチ 2 6 0, 2 6 1 と兼用しているために、従来の位置決め装置に比べて近接スイッチの数を減らすことができる。

【0 0 0 6】その後、ステージ枠 2 8 0 に取り付けられた高精度の原点センサ 2 6 2, 2 6 3 を微小速度でサーチする。スライダ 2 3 1 には検出部 2 7 2, 2 7 3 が取り付けられており、この検出部 2 7 2, 2 7 3 が非センシング方向に大きくずれると、原点センサ 2 6 2, 2 6 3 はスライダ 2 3 1 を検出できない。図 1 1 (B) に示すように、検出部 2 7 2, 2 7 3 が原点信号のエッジに達すると、原点センサ 2 6 2, 2 6 3 の原点信号のエッジにスライダ 2 3 1 が位置決めされて、原点復帰が完了する。

【0 0 0 7】しかし、図 1 1 に示す原点復帰方法では、O T 信号の検出点をステージ枠 2 8 0 から大きく離すことができなかった。このために、原点 O の粗位置を検出するときに、ステージ枠 2 8 0 にスライダ 2 3 1 が接触しないように、スライダ 2 3 1 の速度を低く抑える必要があった。また、この原点復帰方法では、スライダ 2 3 1 に近接スイッチを 2 つ以上取り付ける必要があり、コストが高くなるとともに、スライダ 2 3 1 への配線数が増加するために、スライダケーブルが重くなったり硬くなっていた。

【0 0 0 8】この発明の課題は、装置の構造が簡単になり、移動体を原点又はその近傍に短時間で復帰させることができる位置決め装置とその原点復帰方法を提供することである。

【0 0 0 9】

【課題を解決するための手段】この発明は、以下のような解決手段により、前記課題を解決する。なお、この発明の実施形態に対応する符号を付して説明するが、これに限定するものではない。請求項 1 の発明は、対象物を搭載する移動体 (3 1) を固定体 (3 0) に対して移動させて、この対象物を位置決めする位置決め装置であって、前記移動体又は前記固定体のいずれか一方から他方へ光源の光を照射し、その反射光を受光して、この移動体の移動により生ずる光の干渉からこの移動体の移動量を演算する演算手段 (3 8, 3 9, 4 0) と、前記移動

体を停止させる停止手段 (5 2) とを含み、前記演算手段は、前記移動体が停止したときに、前記光源の光の波長を変化させて光を照射し、この移動体と前記固定体との間の距離を演算することを特徴とする位置決め装置である。

【0 0 1 0】請求項 2 の発明は、請求項 1 に記載の位置決め装置において、前記演算手段が演算した距離に基づいて、前記移動体が原点又はその近傍に復帰するように、前記移動手段を制御する制御手段 (4 1, 4 2, 4 3) を備えることを特徴とする位置決め装置である。

【0 0 1 1】請求項 3 の発明は、請求項 1 又は請求項 2 に記載の位置決め装置において、前記固定体と前記移動体との間に気体を噴出して、この移動体を浮揚させる浮揚手段 (3 2) を備え、前記移動手段は、前記固定体と前記移動体との間に磁気吸引力を発生し、この磁気吸引力によってこの移動体を移動させ、前記停止手段は、前記磁気吸引力によって前記移動体が前記固定体に吸着して停止するように、前記浮揚手段に供給する前記気体の供給量を低下することを特徴とする位置決め装置である。

【0 0 1 2】請求項 4 の発明は、請求項 1 から請求項 3 までのいずれか 1 項に記載の位置決め装置において、前記移動体を移動させる移動手段 (3 3, 3 4, 3 5) は、前記移動体の X 軸方向に形成された一定ピッチの歯 (3 4 2, 3 5 2) と、前記固定体の X 軸方向及び Y 軸方向に形成された一定ピッチの歯との間に磁気吸引力を発生し、この磁気吸引力によってこの移動体を X 軸方向に移動させる X 軸モータ (3 4, 3 5) と、前記移動体の Y 軸方向に形成された一定ピッチの歯 (3 3 2) と、前記固定体の X 軸方向及び Y 軸方向に形成された一定ピッチの歯との間に磁気吸引力を発生し、この磁気吸引力によってこの移動体を Y 軸方向に移動させる Y 軸モータ (3 3) とを備え、前記演算手段は、X 軸方向にレーザ光を照射して、この移動体の X 軸方向の移動量を演算する X 軸レーザ干渉計 (3 9, 4 0) と、Y 軸方向にレーザ光を照射して、この移動体の Y 軸方向の移動量を演算する Y 軸レーザ干渉計 (3 8) とを備えることを特徴とする位置決め装置である。

【0 0 1 3】請求項 5 の発明は、対象物を搭載する移動体を固定体に対して移動させて、この対象物を位置決めする位置決め装置の原点復帰方法であって、前記移動体を停止させて、前記移動体又は前記固定体のいずれか一方から他方へ光源の光の波長を変化させて光を照射し、その反射光を受光して、この移動体の移動により生ずる光の干渉からこの移動体とこの固定体との距離を演算し、前記移動体を移動させて、前記移動体又は前記固定体のいずれか一方から他方へ光を照射し、その反射光を受光して、この移動体の移動により生ずる光の干渉からこの移動体の移動量を演算し、前記距離と前記移動量とに基づいて、この移動体を原点又はその近傍に復帰させ



ることを特徴とする位置決め装置の原点復帰方法である。

#### 【0014】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、この発明の実施形態について詳しく説明する。図1は、この発明の実施形態に係る位置決め装置の構成図である。

【0015】この発明の実施形態に係る位置決め装置は、位置決め対象物を搭載するスライダ部31を格子プラテン30に対して移動させて、この位置決め対象物の2次元位置を位置決めする装置であり、例えば、プローバなどの半導体製造装置に用いられるXYステージである。

【0016】図1で、格子プラテン30はX軸方向及びY軸方向に沿って一定ピッチで歯が形成されている。図では簡略化のため一部の歯だけを示している。このような格子プラテン30は、平坦面に格子状に溝を切ることによって形成される。格子プラテン30は磁性体で構成されている。スライダ部31には位置決めの対象物が載せられる。

【0017】浮揚手投32は、スライダ部31を格子プラテン30上に浮揚させる。スライダ部31の格子プラテン30と対向する面にはノズルが設けられていて、このノズルから浮揚手投32が圧縮空気を噴出させることによって、浮上力を得ている。スライダ部31と格子プラテン30の間をノズルから噴出した空気が流れることによって、エアベアリングを構成している。スライダ部31と格子プラテン30とのギャップは数十 $\mu$ m程度である。このように、この発明の実施形態では、圧縮空気をを用いてスライダ部31を支持しているため、機械的支持部が不要になり、装置を小型化できる。

【0018】Y軸モータ33は、スライダ部31に搭載され、コア331の格子プラテン30と対向する面にはY軸方向に一定ピッチで歯332が形成されている。Y軸モータ33は、歯332と格子プラテン30の歯301との間に磁気吸引力を生じさせてスライダ部をY軸方向に移動させる。コイル333はコア331に巻かれている。

【0019】X軸モータ34、35は、スライダ部31の中心に対して対称な位置にそれぞれ搭載されている。X軸モータ34、35は、コア341、351の格子プラテン30と対向する面にはX軸方向に一定ピッチで歯342、352が形成されている。X軸モータ34、35は、歯342、352と歯301との間に磁気吸引力を生じさせてスライダ部をX軸方向に移動させる。コイル343、353はコア341、351に巻かれている。

【0020】連結部材311、312は、Y軸モータ33とX軸モータ34、35とを連結する。

【0021】X軸ミラー36は、格子プラテン30の側面に装着され、Y軸方向に鏡面が形成されている。Y軸

ミラー37は、格子プラテン30の側面に装着され、X軸方向に鏡面が形成されている。

【0022】Y軸センサ38は、Y軸モータ33に搭載されていて、スライダ部31のY軸方向の位置変化量(移動量) $\Delta y$ を検出する。Y軸センサ38は、Y軸ミラー37に光を照射し、その反射光を受け、光の干渉を利用してスライダ部31のY軸方向の位置変化量 $\Delta y$ を検出する干渉計である。

【0023】X軸センサ39、40は、X軸モータ34、35にそれぞれ搭載されていて、スライダ部31のX軸方向の位置変化量(移動量) $\Delta x_1$ 、 $\Delta x_2$ をそれぞれ検出する。X軸センサ39、40は、X軸ミラー36に光を照射し、その反射光を受け、光の干渉を利用してスライダ部31のY軸方向の位置変化量 $\Delta x_1$ 、 $\Delta x_2$ を検出する干渉計である。このように、この発明の実施形態では、位置センサとして干渉計を用いているため、機構部分を少なくし、装置を小型化できる。

【0024】Y軸制御部41は、Y軸センサ38の検出位置をもとにスライダ部31の位置をフィードバック制御する。X軸制御部42、43は、X軸センサ39、40の出力信号をもとにスライダ部31の位置をそれぞれフィードバック制御する。

【0025】補正手段44、45は、X軸制御部42、43についてそれぞれ設けられ、スライダ部31の位置とスライダ部31のヨーイングを除去するための補正量に対応させた補正テーブル46、47を保持している。補正手段44、45は、与えられた指令位置をもとに補正テーブル46、47から補正量を読み出し、読み出した補正量でX軸制御部42、43に与える指令位置を補正する。補正テーブル46、47のデータはキャリブレーションによって得たデータである。補正手段44、45は、X軸ミラー36とY軸ミラー37の機械的誤差による曲がりを補正するために設けられている。この発明の実施形態では、X軸ミラー36とY軸ミラー37の曲がりによる影響を除去して高精度な位置決めを実現できる。X軸ミラー36とY軸ミラー37の曲がりがない程度に位置検出に影響しない程度の曲がりであれば、補正手段44、45は設けなくてもよい。

【0026】図2はスライダ部31の格子プラテン30と対向する面の構成図である。図3は図2のA-A'部分の断面図である。これらの図ではX軸モータ34の例を示している。他のモータも同様な構成になっている。溝344は対向面に形成されている。ノズル345は溝344の中に形成されていて、浮揚手段32から供給された圧縮空気を噴出する。埋込部材346は歯342の凹部に埋め込まれている。埋込部材346は非磁性体の材料で構成されている。対向面にコーティングを施すことによって、歯342の凹部に埋込部材346を形成することができる。

【0027】ノズル345から噴出した圧縮空気は溝3

10

20

30

40

50

44に沿って流れ、圧縮空気の圧力によりコア341を浮揚させる。埋込部材346は歯342の凹部を伝わって圧縮空気が外に漏れることを防いでいる。

【0028】図4はX軸原点センサ及びY軸原点センサの配置を示す図である。図4で、Y軸原点センサ60は、スライダ部31に取付けられたY軸原点用検出部70を検出して、このスライダ部31を位置決めする。Y軸原点センサ60は、Y軸ミラー37と対向する側のステージ枠80に装着された近接スイッチなどである。X軸原点センサ61, 62は、スライダ部31に取付けられたX軸原点用検出部71, 72を検出して、このスライダ部31を位置決めする。X軸原点センサ61, 62は、X軸ミラー36と対向する側のステージ枠80に装着された近接スイッチなどである。X軸原点センサ61, 62は、所定の間隔をあけて配置されており、X軸原点用検出部71, 72も同じ間隔をあけて配置されている。このように、この発明の実施形態では、X軸原点センサ61, 62及びX軸原点用検出部71, 72を設けることで、 $\theta$ 軸に関しても高精度に原点復帰を行うことができる。

【0029】図5は図1の制御部の構成例を示した図である。図5ではX軸制御部42の例を示しているが、X軸制御部43とY軸制御部41も同様な構成になっている。図5で、フォトダイオードアレイ(PDAとする)420は、X軸センサ39にできた干渉縞の明暗を検出する。信号処理回路421はPDA420の検出信号に演算処理を行う。コンパレータ422, 423は信号処理回路421の演算信号からA相パルスとB相パルスを生成する。

【0030】方向判別回路424は、A相パルスとB相パルスの位相関係からスライダ部31の移動方向を判別し、判別結果に応じてアップパルスまたはダウNPルスを発生する。アップダウンカウンタ425はアップパルスまたはダウNPルスに応じてアップカウントまたはダウンカウントを行う。アップダウンカウンタ425のカウントがスライダ部31の位置変化量になる。初期状態ではX軸モータ34の各相コイルに既知電流を流したときにモータのロータとステータの歯の位相がどれだけずれるかが予め分っている。この時のアップダウンカウンタ425の値を基準値、例えば0に設定する。スライダ部31の移動に伴ってアップダウンカウンタ425は基準値からアップカウントまたはダウンカウントを行って位置変化量を検出する。このようにしてインクリメンタル方式に位置変化量を検出する。

【0031】減算器426は、位置指令値 $X_i$ とアップダウンカウンタ425のカウント $X_1$ (検出位置)の偏差を求める。位置制御手段427は減算器426でとった偏差をもとにX軸モータ34を位置フィードバック制御するための制御信号を出力する。速度演算手段428はアップダウンカウンタ425のカウント $X_1$ の変化速

度からスライダ部31の移動速度を検出する。速度演算手段428は、例えばF/V変換器である。

【0032】減算器429は位置制御手段427の制御信号と速度演算手段428の偏差をとる。速度制御手段430は減算器429でとった偏差をもとにX軸モータ34を速度フィードバック制御するための制御信号を出力する。

【0033】sinテーブル431にはアップダウンカウンタ425のカウントとsin値が対応して格納されている。X軸モータ34が3相モータである場合は、アップダウンカウンタ425のカウントが与えられると、sinテーブル431からは $\sin \theta$ と $\sin(\theta + 120^\circ)$ の値が読み出される。 $\theta$ はアップダウンカウンタ425のカウントに応じて変わる角度である。

【0034】マルチライン・デジタル・アナログ変換器(MDAとする)432, 433は、速度制御手段430によって得られた信号をアナログ入力信号、sinテーブル431から読み出した $\sin \theta$ と $\sin(\theta + 120^\circ)$ の値をゲイン設定信号として $I \sin \theta$ と $I \sin(\theta + 120^\circ)$ なる電流指令値( $I$ は電流振幅)を出力する。ここで、2つの指令値の位相が $120^\circ$ ずれているのは、モータが3相モータであるためである。相数が異なる場合は位相ずれは他の値になる。

【0035】電流センサ434, 435はX軸モータ34のコイルL1, L2に流れるコイルの電流を検出する。減算器436, 437は、 $I \sin \theta$ 及び $I \sin(\theta + 120^\circ)$ と電流センサ434, 435の偏差をそれぞれとる。パルス幅変調回路(PWM回路とする)438, 439は電流センサ434, 435でとった偏差をもとに、モータコイルの励磁電流をフィードバック制御するためのパルス幅変調信号(PWM信号とする)を生成して出力する。減算器440はPWM回路438, 439のPWM信号を減算する。PWM回路441は減算器440の減算信号からPWM信号を生成する。駆動回路442は、ブリッジ形のインバータ回路であり、PWM回路438, 439, 441の3相のPWM信号をもとにX軸モータ34を駆動する。

【0036】図5の回路で、電源投入時に、X軸モータ34の各コイルに既知の電流を流し、モータのロータの歯とステータの歯を既知の位相関係に設定する。このようにして設定した位相関係を転流角の原点とする。このときのアップダウンカウンタ425のカウントを基準値、例えば0にする。以後、スライダ部31の移動に伴ってX軸センサ39の検出値が変わり、アップダウンカウンタ425のカウントが変化するのに応じて電流指令値 $I \sin \theta$ 及び $I \sin(\theta + 120^\circ)$ の $\theta$ の値を変え、転流制御を行う。

【0037】図6は図1のセンサの構成例を示した図である。図1のY軸センサ38、X軸センサ39, 40は同様な構成になっている。X軸センサ39を例に説明す



る。図6で、レーザドライバ388は、レーザ電流指令値 $I_L$ にしたがってDBRレーザ389に電流を流す。サーボ運転時には、レーザ電流指令値 $I_L$ は一定である。温度制御部390は、DBRレーザ389の温度を一定に保つ。レーザ光源391はレーザ光を出射する。この発明の実施形態では、レーザドライバ388～レーザ光源391は、Y軸センサ38及びX軸センサ39、40ともに共用であり、レーザ光源391から出射したレーザ光をY軸センサ38及びX軸センサ39、40に分光して利用する。このために、レーザ光の波長 $\lambda$ は、Y軸センサ38及びX軸センサ39、40のすべてで等しい。レーザ光源391の出射光の光路には、ミラー392、393、ハーフミラー394、偏向ビームスプリッタ(PBSとする)395、 $\lambda/4$ 板396、コーナーキューブ397が配置されている。

【0038】レーザ光源391から出た光には、ハーフミラー394、ミラー393、ミラー392、ハーフミラー394の経路で進み、図のa方向に進む光がある。この光を■の光とする。また、レーザ光源391から出た光には、ハーフミラー394、PBS395、 $\lambda/4$ 板396、X軸ミラー36、 $\lambda/4$ 板396、PBS395、コーナーキューブ397、 $\lambda/4$ 板396、X軸ミラー36、 $\lambda/4$ 板396、PBS395、ハーフミラー394の経路で進み、図のa方向に進む光がある。この光を■の光とする。

【0039】前述した■の光と■の光が干渉して干渉縞Sを作る。PDA398は干渉縞Sを検出する。PDA398は4個のフォトダイオード398A～398Dからなる。4個のフォトダイオード398A～398Dは干渉縞Sの1ピッチ内に配置されている。各フォトダイオード398A～398Dは $P/4$ (Pは干渉縞のピッチ)ずつずらして配置されている。PDA398はレーザ光を電気信号に変換する。

【0040】減算器399は、(フォトダイオード398Aの検出信号) - (フォトダイオード398Cの検出信号) なる演算を行う。減算器400は、(フォトダイオード398Bの検出信号) - (フォトダイオード398Dの検出信号) なる演算を行う。減算器399、400で図5の信号処理回路421を構成している。

【0041】スライダ部31が移動すると干渉縞が図6のd-d'方向に動く。干渉縞が動くと各フォトダイオード398A～398Dに当る干渉縞の明暗部分が動き、フォトダイオード398A～398Dの検出値が変化する。これをもとにスライダ部31の位置変化量を検出する。

【0042】干渉縞がd方向に移動したときは、フォトダイオードの出力 $V_A \sim V_D$ は次のとおりになる。

$$V_A = K [1 + m \sin\{x \cdot 2\pi / (\lambda/4)\}] + K_n$$

$$V_B = K [1 + m \cos\{x \cdot 2\pi / (\lambda/4)\}] + K_n$$

$$V_C = K [1 - m \sin\{x \cdot 2\pi / (\lambda/4)\}] + K_n$$

$V_D = K [1 - m \cos\{x \cdot 2\pi / (\lambda/4)\}] + K_n$   
 $x$ : 検出対象の距離、 $K, m$ : 係数、 $K_n$ : ノイズ成分  
 【0043】減算器399、400の減算信号は次のとおりになる。

$$V_A - V_C = 2mK \sin\{x \cdot 2\pi / (\lambda/4)\}$$

$$V_B - V_D = 2mK \cos\{x \cdot 2\pi / (\lambda/4)\}$$

減算の結果、外乱光により発生した直流のノイズ成分 $K_n$ がキャンセルされる信号 $V_A - V_C$ と $V_B - V_D$ が前述したA相パルスとB相パルスに変換される。干渉縞がd'方向に動いたときは、信号 $V_A - V_C$ と $V_B - V_D$ の位相関係は逆転する。

【0044】アップダウンカウンタ425は、スライダ部31が停止した状態で、レーザ光源391がレーザ光の波長 $\lambda$ を変化させて照射したときに、このスライダ31とX軸ミラー36との間の距離 $L$ を演算する。アップダウンカウンタ425は、PDA398の出力信号が1 cycle変化すると4 digitする4 通倍カウンタである。X軸センサ39とX軸ミラー36との間の位置変化量 $\Delta x_1$ であり、カウンタ変化量 $\Delta Cx_1$ であると、カウンタ変化量 $\Delta Cx_1 / 4 = 4 \Delta x_1 / \lambda$ であり、位置変化量 $\Delta x_1 = (\lambda/16) \Delta Cx_1$ である。サーボ運転時のレーザ電流指令値 $I_L$ におけるレーザ光の波長 $\lambda$ が既知であれば、分解能 $R_L = \lambda_0 / 16$ として、位置変化量 $\Delta x_1 = R_L \cdot \Delta Cx_1$ となり、X軸方向の位置変化量 $\Delta x_1$ を演算することができる。

【0045】図7は、スライダ部31とX軸ミラー36との間の距離 $X$ の演算方法を説明するための図である。図7(B)に示すように、レーザ電流指令値 $I_L$ を変化させることで、レーザ光の波長 $\lambda$ を変えることができる。図7(A)に示すように、スライダ31とX軸ミラー36との間の距離 $L$ を変えずに、レーザ電流指令値 $I_L$ を変化させて、レーザ光の波長 $\lambda$ を微少波長 $\Delta \lambda$ だけ変化させると、カウンタ変化量 $\Delta Cx_1$ は、以下の数1により演算することができる。

【0046】

【数1】

$$\Delta Cx_1 = \left( \frac{16}{\lambda_0 + \Delta \lambda} - \frac{16}{\lambda_0} \right) L = \frac{-16 \Delta \lambda}{\lambda_0 (\lambda_0 + \Delta \lambda)} L$$

【0047】ここで、微少波長 $\Delta \lambda$ は、レーザ光の波長 $\lambda_0$ に比べて非常に小さいので、距離 $L$ は、以下の数2により演算することができる。

【0048】

【数2】

$$L = - \frac{\lambda_0^2}{16 \Delta \lambda} \Delta Cx_1$$

【0049】距離 $L$ の検出分解能 $R_a$ は、以下の数3により演算することができる。

【0050】

【数3】

$$Ra = \frac{\lambda_0^2}{16\Delta\lambda} = (\lambda_0/\Delta\lambda) \cdot R_L$$

【0051】ここで、 $\Delta\lambda/\lambda_0 = 10^{-4}$ とし、 $R_L = 53\text{nm}$ とすると、 $Ra = 0.53\text{mm}$ となる。なお、距離 $L$ は、スライダ部31の端面からの距離ではなく、図6に示すように、スライダ部31のやや中心寄りの点からの距離となる。スライダ部31の中心からX軸ミラー36までの距離 $X_0$ とし、 $X_c = X_0 - L$ と定義すると、距離 $X_0$ は、以下の数4により演算することができる。

【0052】

【数4】

$$X_0 = Ra \frac{\Delta Cx_1 + \Delta Cx_2}{2} + X_c$$

【0053】ここで、 $X_c$ は、光学部品の配置とスライダ部31の外形寸法とによって決まり既知である。また、 $\Delta Cx = (\Delta Cx_1 + \Delta Cx_2) / 2$ であり、カウンタ変化量 $\Delta Cx_2$ は、X軸センサ40とX軸ミラー36との間の位置変化量 $\Delta x_2$ から同様に演算することができる。

【0054】また、Y軸についても、微少波長 $\Delta\lambda$ だけ変化させて、カウンタ変化量 $\Delta Cy$ を検出すれば、スライダ部31の中心からY軸ミラー37までの距離 $Y_0$ を以下の数5により演算することができる。

【0055】

【数5】

$$Y_0 = Ra \cdot \Delta Cy + Y_c$$

【0056】ここで、 $Y_c$ は、 $X_c$ と同様に、光学部品の配置とスライダ部31の外形寸法とによって決まる定数である。

【0057】図8は格子プラテン30上にスライダ部31を停止させる停止装置の構成図である。図8で、供給路50、51は、浮揚手段32に圧縮空気を供給するエアチューブである。噴出量調節手段52は、浮揚手段32が噴出する圧縮空気の噴出量を調節する電磁弁である。噴出量調節手段51は、エアチューブ50とエアチューブ51との間に設けられており、エアチューブ50、51を開閉する。制御手段53は、磁気吸引力によってスライダ部31が格子プラテン30に吸着して停止するように、噴出量調節手段51に圧縮空気の噴出量を低下させるサーボドライバである。制御手段53は、電磁弁制御信号を出力して噴出量調節手段51を制御する。

【0058】図1の位置決め装置の動作を説明する。電源投入時に、X軸モータ34の各コイルに既知の電流を流し、スライダ部31を基準位置に位置決めする。基準位置からX軸方向及びY軸方向にスライダ部31が移動したときに、X軸センサ39、40及びY軸センサ38により2次元の位置変化量をインクリメンタル方式に検

出する。

【0059】X軸ミラー36とY軸ミラー37の曲がり位置検出に影響しないときは、補正手投44、45は設けられていない。このときは、X軸制御部42、43には同一の指令位置が与えられる。このため、X軸制御部42、43のフィードバック制御によりX軸モータ34、35はスライダ部31を等しいX軸位置に位置決めする。これによって、スライダ部31のヨーイングが除去される。

10 【0060】X軸ミラー36とY軸ミラー37の曲がり位置検出に影響する場合について説明する。このときは、補正手投44、45は設けられている。位置決め動作を行う前にXYステージのキャリブレーションを行っておく。キャリブレーションにおいてスライダ部31を座標 $(X_1, Y_1)$ に位置決めしたときに、XYステージの機械的誤差等が原因でスライダ部31にヨーイングが発生し、X軸センサ39、40の検出値がそれぞれ $X_1 + \Delta X_1$ と $X_2 - \Delta X_2$ であるとする。このときは、補正テーブル46には $(X_1, Y_1)$ と $-\Delta X_1$ を対応させて格納し、補正テーブル47には $(X_1, Y_1)$ と $+\Delta X_2$ を対応させて格納しておく。他の位置にもスライダ部31を位置決めして補正量を求める。このようにして補正

20 テーブルを作成する。  
【0061】実際の位置決め動作において、スライダ部31を座標 $(X_1, Y_1)$ に位置決めしたときに、補正手段44はX軸制御部42に与える指令位置を $-\Delta X$ だけ補正し、補正手投45はX軸制御部43に与える指令位置を $+\Delta X$ だけ補正する。これによって、スライダ部31のヨーイングが除去される。このようにしてミラー面の曲がりによるスライダ部31の $\theta$ 軸方向の回転ずれが補正される。

【0062】次に、位置決め装置の原点復帰動作を説明する。図9は、原点復帰動作を説明するためのフローチャートである。ステップ(Sとする)100において、X軸モータ34、35及びY軸モータ33がマイクロステッピングモードで励磁される。

【0063】S200において、X軸モータ35のみを駆動させて、X軸センサ39、40及びY軸センサ38がすべて動作する角度で停止させる。噴出量調節手段52は、エアチューブ50とエアチューブ51との間を遮断する。このために、浮揚手段32へ供給される圧縮空気の圧力が急激に低下して、スライダ部31は、格子プラテン30と平行状態を保ったまま、モータコア(永久磁石)の磁気吸引力によって格子プラテン30と接触して吸着する。その結果、モータの軸受け面と格子プラテン30との間に生ずる摩擦力によって、スライダ部31は制動を受けて、僅かな時間で緊急停止する。

【0064】S300において、レーザ電流指令値 $I_L$ を変えて、レーザ光の波長 $\lambda_0$ を微少波長 $\Delta\lambda$ だけ変化させ、それによるカウンタ変化量 $\Delta Cx_1$ 、 $\Delta Cx_2$ 、



$\Delta Cy$ が演算される。演算終了後には、レーザ電流指令値 $I_L$ が元に戻される。

【0065】S400において、スライダ部31の座標位置(距離) $X_0$ 、 $Y_0$ が数3～数5によって演算される。その結果、スライダ部31とX軸ミラー36及びY軸ミラー37との間のおおよその距離 $X_0$ 、 $Y_0$ が演算される。

【0066】S500において、X軸モータ34、35及びY軸モータ33がサーボオンする。X軸センサ39、40及びY軸センサ38によって検出された変位及び速度によって、サーボ制御が開始される。

【0067】S600において、Y軸原点センサ60及びX軸原点センサ61、62とステージ枠80との相対距離、格子ブラテン30とスライダ部31のサイズ、ステージ枠80との衝突防止の余裕などを考慮して、X軸方向及びY軸方向の移動量が演算される。但し、 $\theta$ 軸は変更しない。

【0068】S700において、位置変化量 $\Delta x_1 = \Delta x_2 = \Delta y = 0$ として移動を開始する。アップダウンカウンタ425は、移動中に、 $X_0 + \Delta x$ 及び $Y_0 + \Delta y$ を逐次演算する。ここで、 $\Delta x = (\Delta x_1 + \Delta x_2) / 2$ である。その結果、スライダ部31が原点近傍に短時間で位置決めされる。スライダ部31がステージ枠80に異常接近したときには、スライダ部31が非常停止する。

【0069】S800において、移動終了後に、X軸原点センサ61、62及びY軸原点センサ60が出力する原点センサ信号に基づいて、スライダ部31が原点復帰する。その結果、スライダ部31が原点近傍から原点に正確に位置決めされる。このときにも、スライダ部31がステージ枠80に異常接近したときには、スライダ部31が非常停止する。

【0070】この発明の実施形態に係る位置決め装置には、以下に記載するような効果がある。

(1) この発明の実施形態では、X軸センサ39、40及びY軸センサ38によって、スライダ部31が停止したときに、波長 $\lambda_0$ を微少波長 $\Delta \lambda$ だけ変化させてレーザ光を照射し、スライダ部31とX軸ミラー36及びY軸ミラー37との間の距離 $X_0$ 、 $Y_0$ を演算する。このために、スライダ部31の位置変化量を検出するX軸センサ39、40及びY軸センサ38を利用して、格子ブラテン30上のスライダ部31の位置を検出することができる。その結果、従来の位置決め装置のように、原点近傍に位置決めする際に使用する近接スイッチを、スライダ部31に設ける必要がなくなって、装置全体のコストを下げることができる。また、スライダ部31への配線数が削減されて、スライダケーブルの軽量化を図ることができる。

【0071】(2) この発明の実施形態では、X軸センサ39、40及びY軸センサ38によって演算された

距離 $X_0$ 、 $Y_0$ に基づいて、X軸制御部42、43及びY軸制御部41がスライダ部31を原点近傍まで復帰させる。このために、従来の位置決め装置に比べて、原点復帰に要する時間を短縮することができる。

【0072】(3) この発明の実施形態では、磁気吸引力によってスライダ部31が格子ブラテン30に吸着して停止するように、制御手段53が噴出量調節手段52に圧縮空気の噴出量を低下させる。その結果、僅かな時間でスライダ部31が確実に停止するので、X軸センサ39、40及びY軸センサ38によって距離 $X_0$ 、 $Y_0$ を高精度に演算することができる。

【0073】この発明は、以上説明した実施形態に限定するものではなく、種々の変形又は変更が可能であり、これらもこの発明の範囲内である。例えば、位置決め対象物の1次元位置を位置決めする場合についても、この発明を適用することができる。また、原点は、図4に示すように、ステージ枠80の隅に限定するものではなく、格子ブラテン30の中心など任意の位置を基準位置としてもよい。また、X軸センサ39、40及びY軸センサ38としてレーザ干渉計を例に挙げて説明したが、安定した波長の光を照射可能であればレーザ光に限定するものではない。さらに、X軸ミラー36及びY軸ミラー37をスライダ部31に搭載し、X軸センサ39、40とY軸センサ38を格子ブラテン30側に固定してもよい。

【0074】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によると、移動体の移動量を演算する演算手段によって、この移動体が停止したときに、波長を変化させて光を照射し、この移動体と固定体との間の距離を演算するので、装置の構造を簡単にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施形態に係る位置決め装置の構成図である。

【図2】スライダ部の格子ブラテンと対向する面の構成図である。

【図3】図2のA-A'部分の断面図である。

【図4】X軸原点センサ及びY軸原点センサの配置を示す図である。

【図5】図1の制御部の構成例を示した図である。

【図6】図1のセンサの構成例を示した図である。

【図7】スライダ部とX軸ミラーとの間の距離の演算方法を説明するための図である。

【図8】格子ブラテン上にスライダ部を停止させる停止装置の構成図である。

【図9】原点復帰動作を説明するためのフローチャートである。

【図10】従来の位置決め装置の構成図である。

【図11】比較例として示す位置決め装置の構成図である。

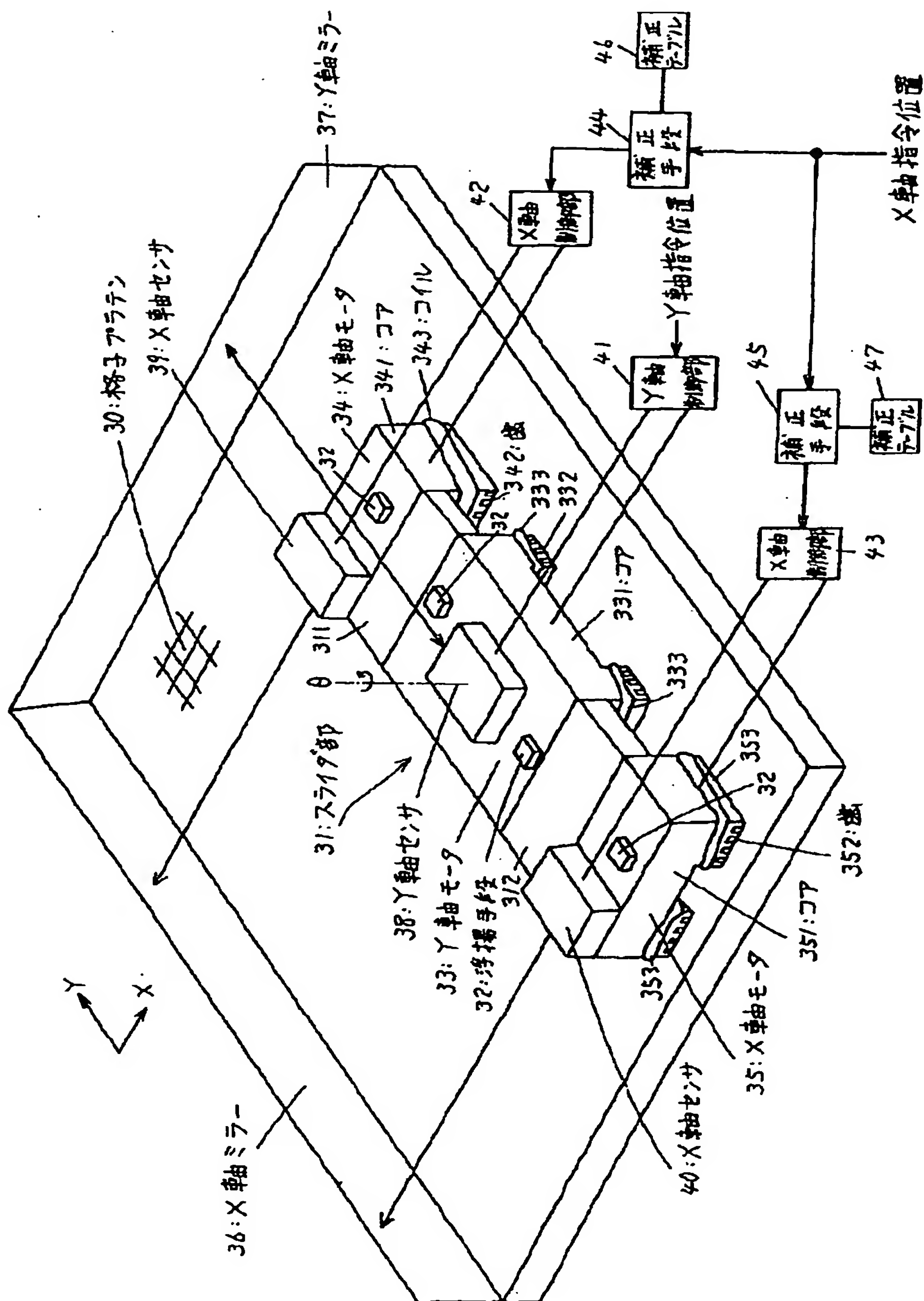


【符号の説明】

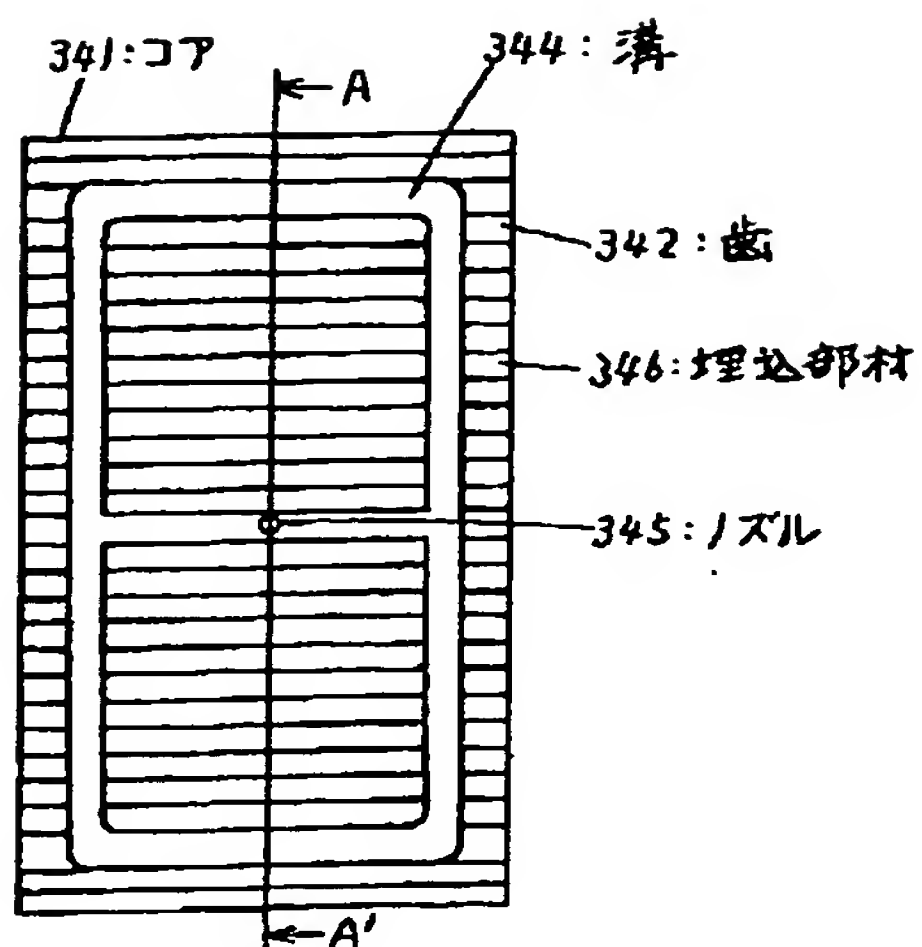
- 30 格子プラテン
- 31 スライダ部
- 32 浮揚手段
- 33 Y軸モータ
- 34, 35 X軸モータ
- 36 X軸ミラー

- 37 Y軸ミラー
- 38 Y軸センサ
- 39, 40 X軸センサ
- 41 Y軸制御部
- 42, 43 X軸制御部
- 52 噴出量調節手段
- 80 ステージ枠

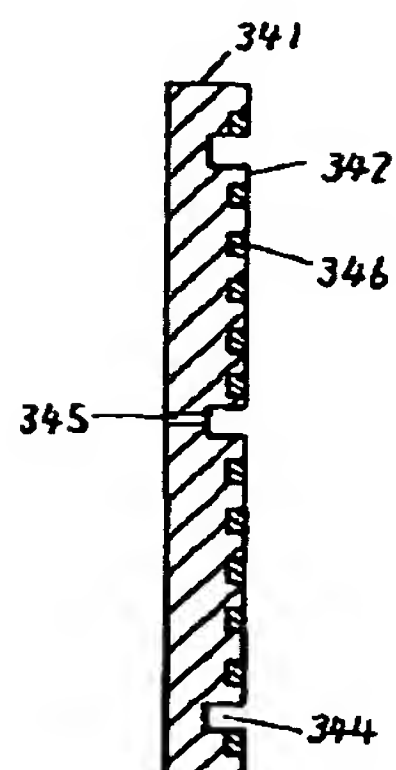
【図1】



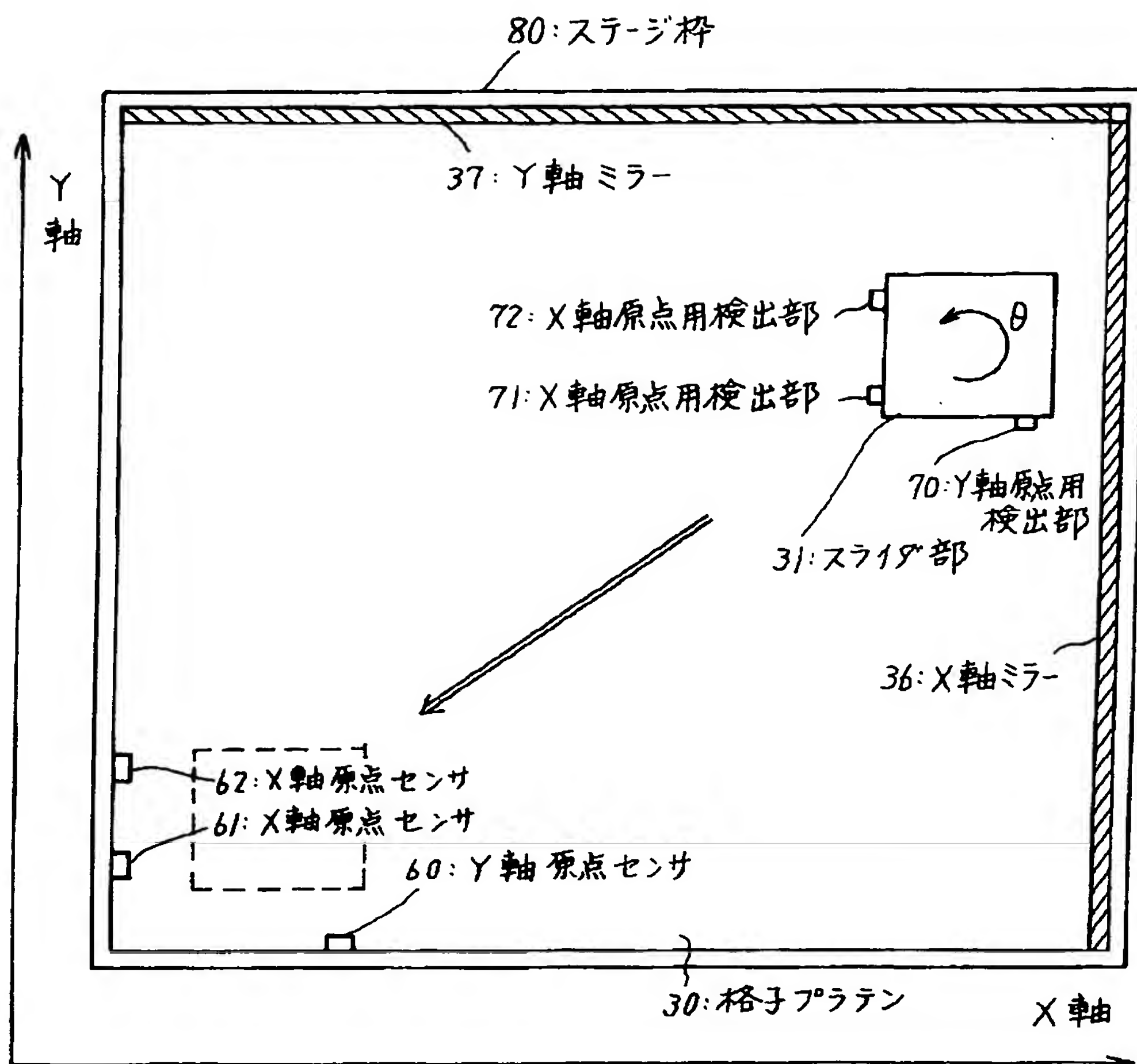
【図2】



【図3】

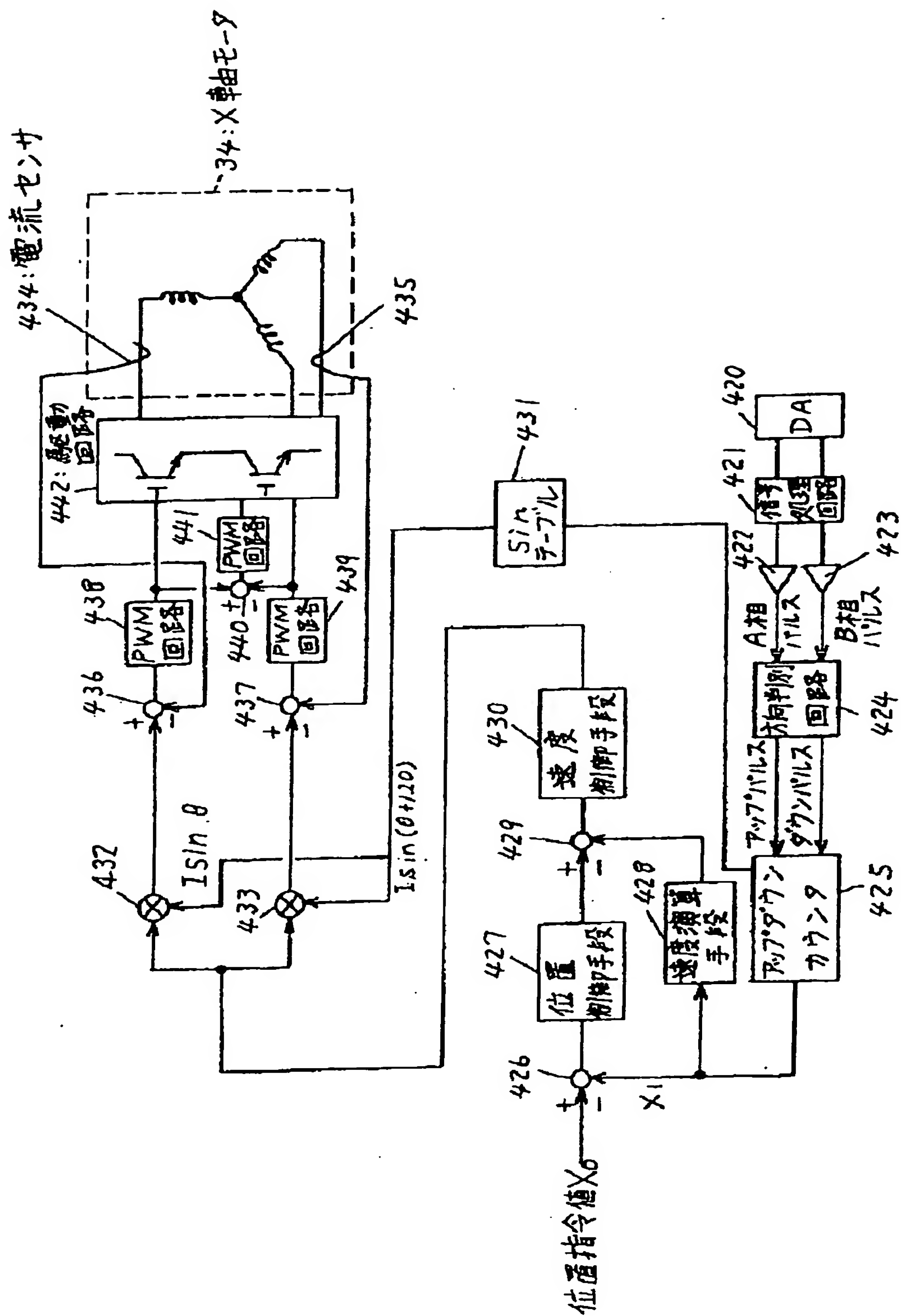


【図4】

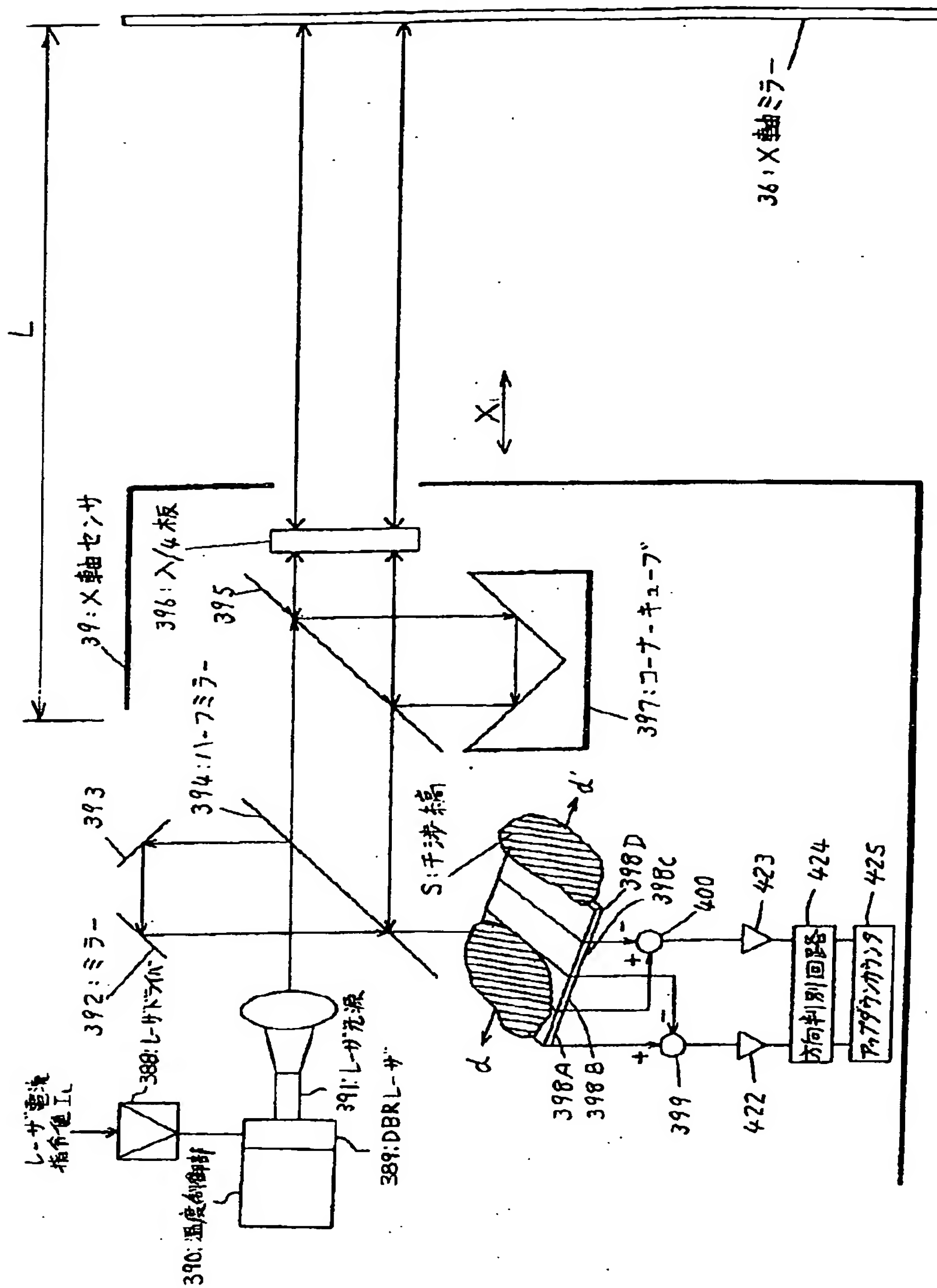




【図 5】

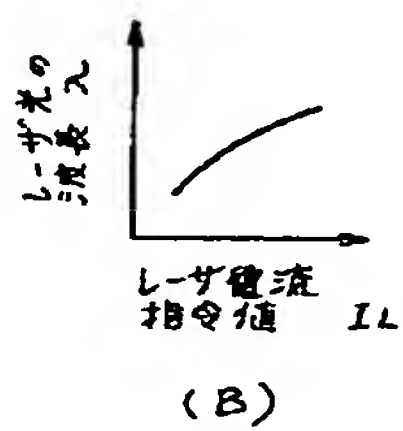
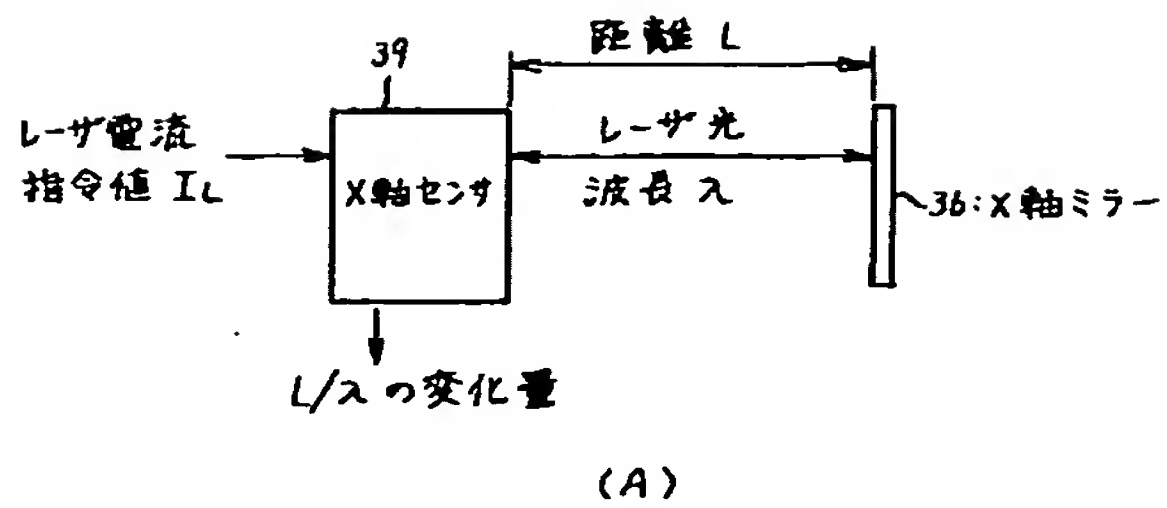


【図6】

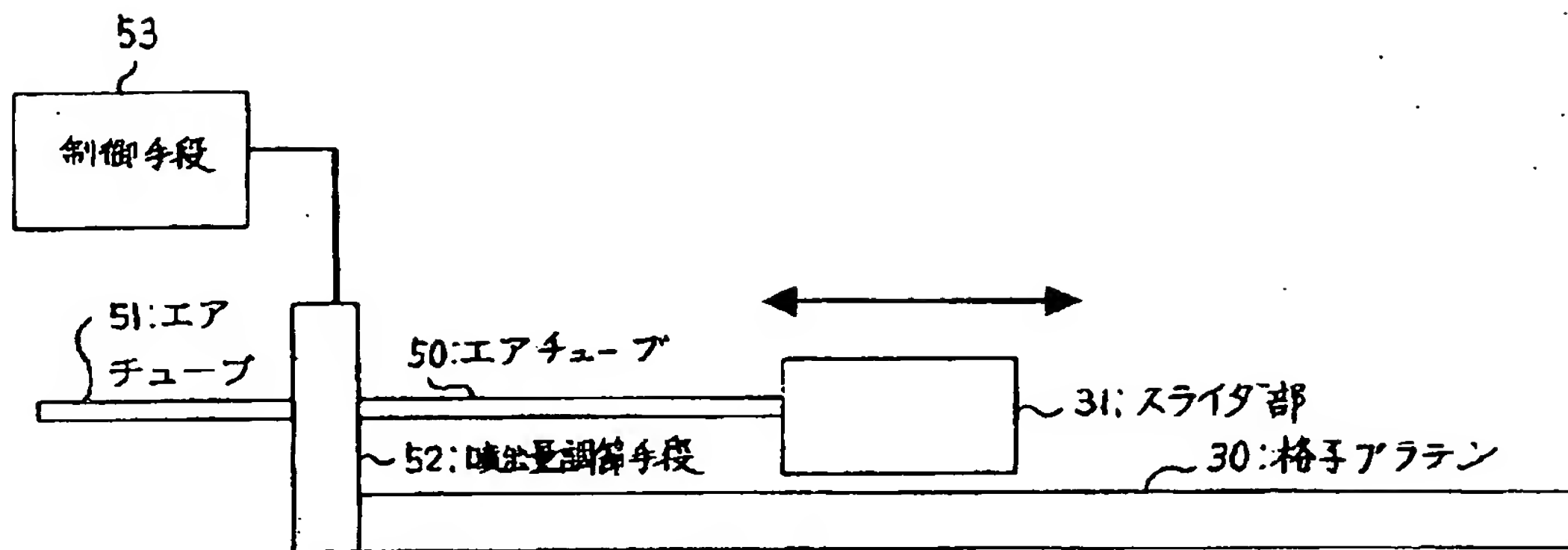




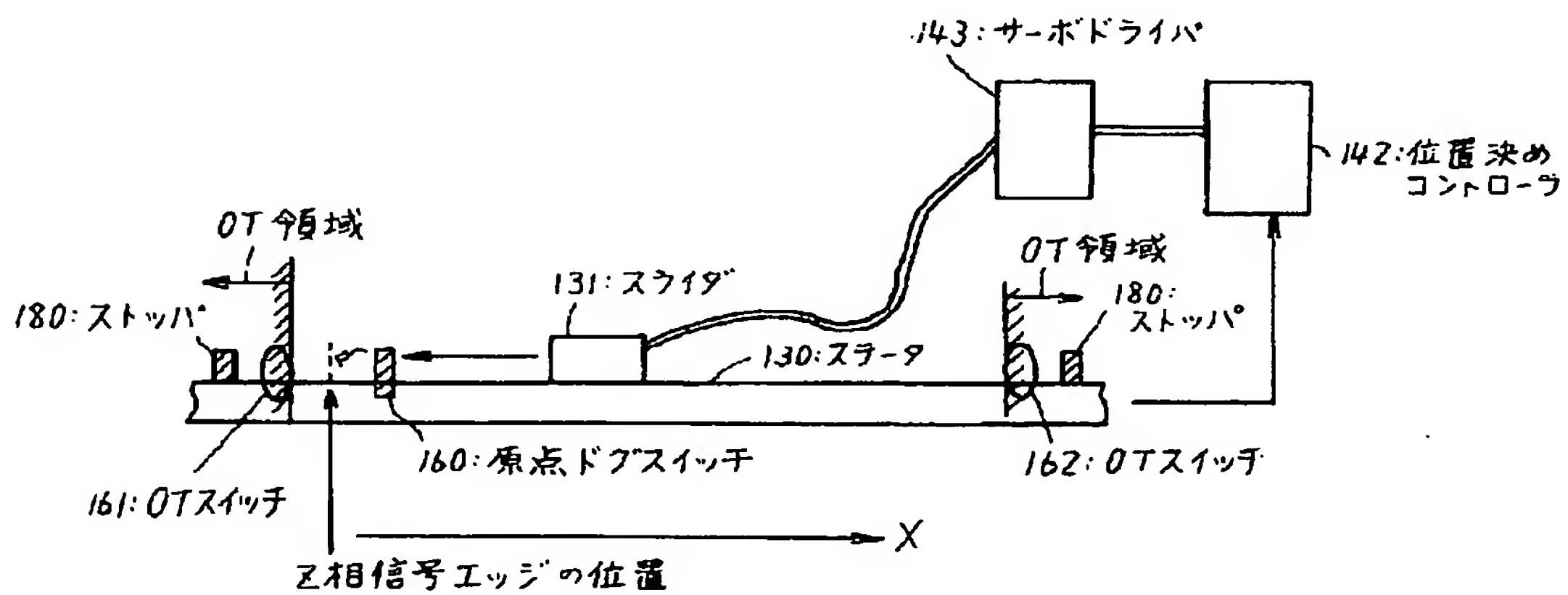
【図7】



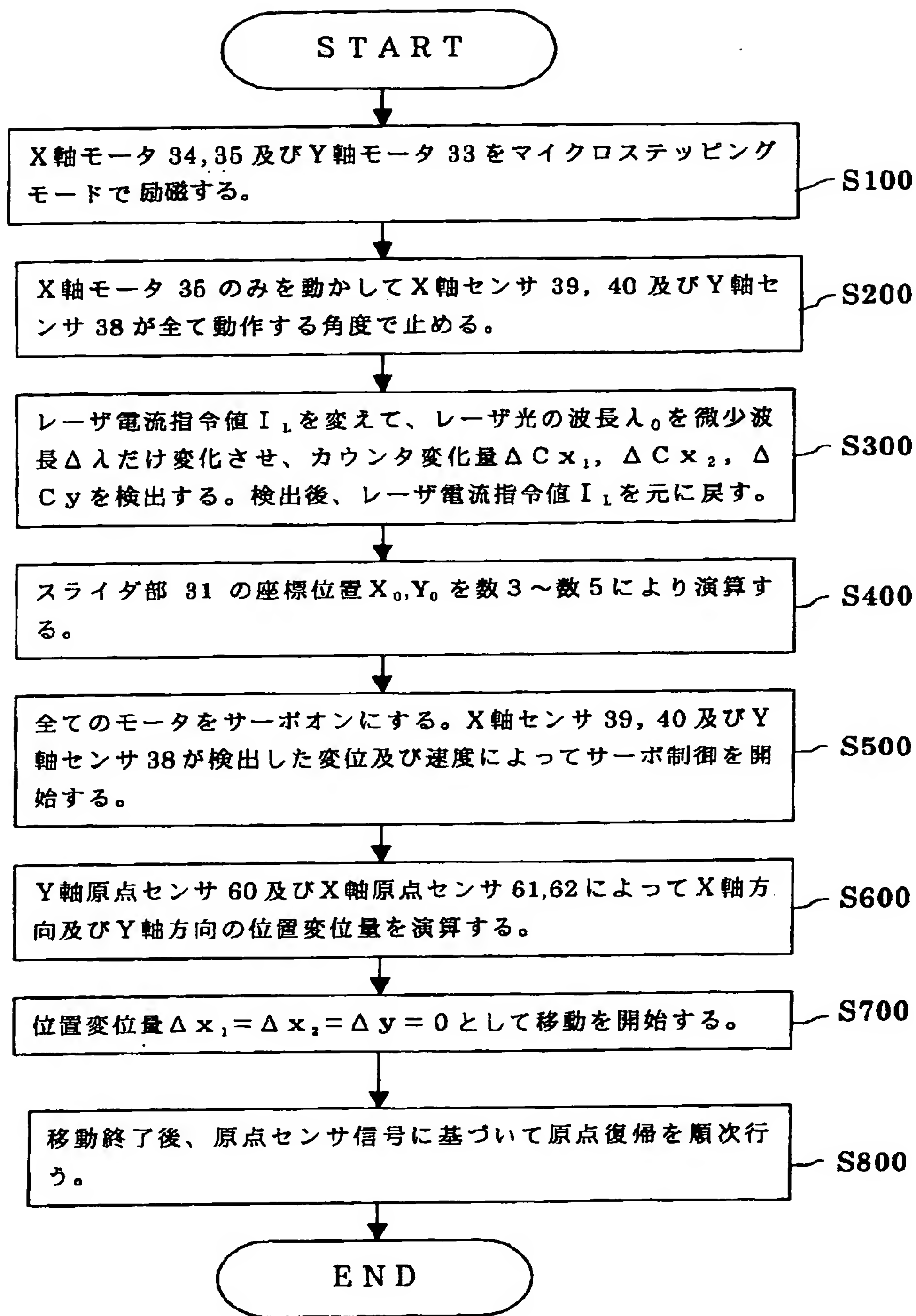
【図8】



【図10】

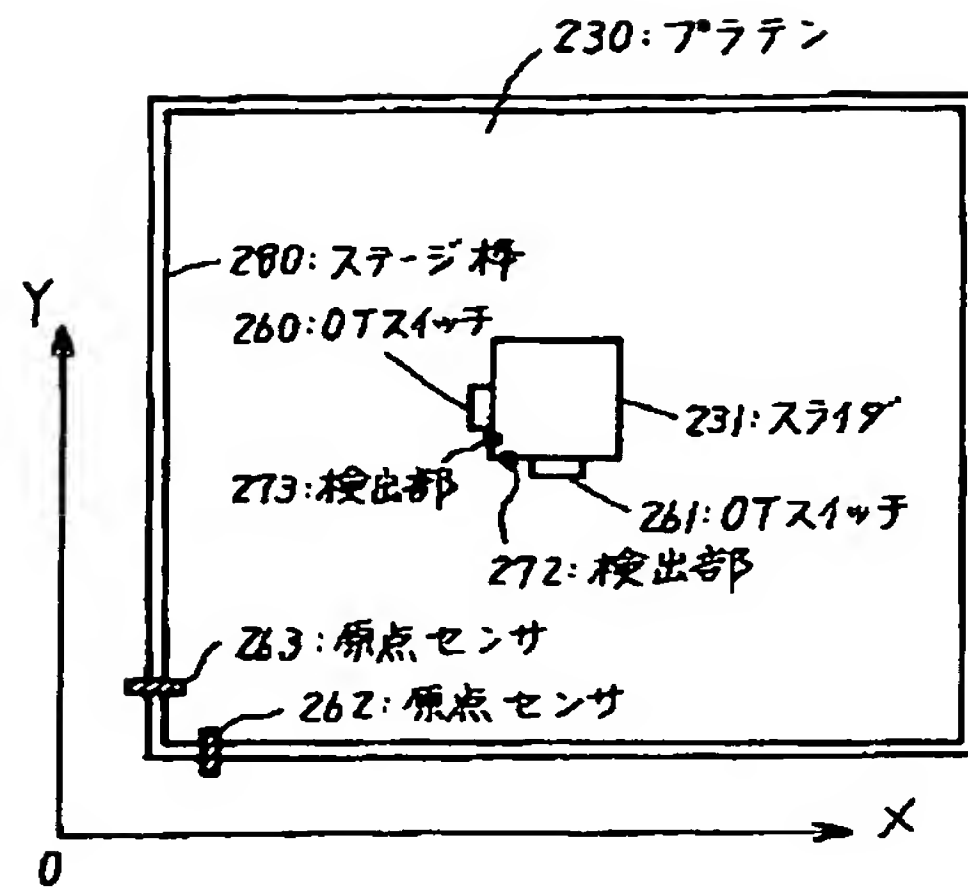


【図9】

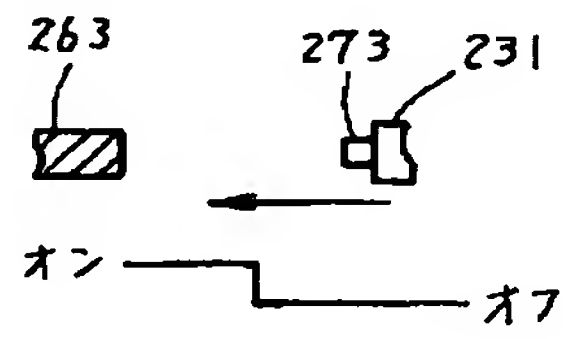




【図11】



(A)



(B)

フロントページの続き

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト(参考)
H 0 2 K 41/03		H 0 2 K 41/03	B 5 H 6 4 1
H 0 2 P 7/00	1 0 1	H 0 2 P 7/00	1 0 1 S
			1 0 1 C
8/08		8/00	3 0 1 C
8/40			3 0 6

F ターム(参考) 2F064 AA02 FF02 FF08 GG12 GG16  
GG22 GG38 HH03 HH08 JJ01  
2F065 AA03 DD06 FF52 GG06 GG25  
HH04 JJ03 JJ05 JJ26 LL12  
LL17 LL36 LL46 NN06 PP12  
5H303 AA01 AA04 BB02 BB08 DD04  
DD10 EE03 EE07 FF01 FF07  
FF10 GG02 GG13 HH01 HH07  
HH09  
5H540 AA01 BA07 BB01 BB07 BB08  
CC10 EE02 EE05 EE13 FA04  
FA14 FA24 FB03  
5H580 AA03 CA03 FB01 FB05 FC06  
FD12 HH08  
5H641 BB10 GG03 GG08 GG26 GG29  
HH03 HH07 HH10 JA06